



**PATENT APPLICATION**

6  
Jlu  
5/1/02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
In the Application of

Yasunao MIURA et al.

Application No.: 10/045,083

Filed: January 15, 2002

Docket No.: 111674

For: METHOD OF FABRICATING HONEYCOMB AND DRYING SYSTEM

**CLAIM FOR PRIORITY**

Director of the U.S. Patent and Trademark Office  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications filed in the following foreign country(ies) is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2001-370395 filed December 4, 2001

Japanese Patent Application No. 2001-007930 filed January 16, 2001

In support of this claim, certified copies of said original foreign applications:

    X     are filed herewith.

           were filed on          in Parent Application No.          filed         .

           will be filed at a later date.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of these documents.

Respectfully submitted,

James A. Oliff

Registration No. 27,075

Thomas J. Pardini

Registration No. 30,411

JAO:TJP/mlb

Date: May 1, 2002

**OLIFF & BERRIDGE, PLC**  
**P.O. Box 19928**  
**Alexandria, Virginia 22320**  
**Telephone: (703) 836-6400**

**DEPOSIT ACCOUNT USE  
AUTHORIZATION**

Please grant any extension  
necessary for entry;

Charge any fee due to our  
Deposit Account No. 15-0461



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年12月 4日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-370395

[ ST.10/C ]:

[ JP2001-370395 ]

出 願 人

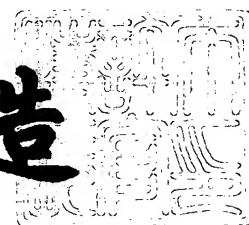
Applicant(s):

株式会社デンソー

2002年 2月 5日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3004254

【書類名】 特許願

【整理番号】 NZ-76280

【提出日】 平成13年12月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B28B 11/10

【発明の名称】 ハニカム成形体の製造方法及び乾燥装置

【請求項の数】 14

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 三浦 康直

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県川越市芳野台2丁目8番25号

    【氏名】 美濃部 富男

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

    【識別番号】 100079142

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高橋 祥泰

【選任した代理人】

    【識別番号】 100110700

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 岩倉 民芳

【先の出願に基づく優先権主張】

    【出願番号】 特願2001- 7930

    【出願日】 平成13年 1月16日

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 009276

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0105519

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ハニカム成形体の製造方法及び乾燥装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 厚さ 0. 1 2 5 m m 以下のセル壁をハニカム状に配して多数のセルを設けたセラミック製のハニカム成形体を製造する方法において、

押出成形された粘土質のハニカム成形体を乾燥するに当たり、該ハニカム成形体を湿度が 7 0 % 以上の高湿度雰囲気にし、周波数 1 0 0 0 ~ 1 0 0 0 0 M H z 領域のマイクロ波を照射することを特徴とするハニカム成形体の製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 において、上記高湿度雰囲気での温度は 8 0 ° C 以上とすることを特徴とするハニカム成形体の製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 において、上記高湿度雰囲気は、高温蒸気を供給することにより形成することを特徴とするハニカム成形体の製造方法。

【請求項 4】 請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項において、上記乾燥は、上記ハニカム成形体の温度を計測し、計測した温度に応じて上記マイクロ波の照射する条件を変更して行うことを特徴とするハニカム成形体の製造方法。

【請求項 5】 請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項において、上記ハニカム成形体の温度計測は、赤外線放射温度計もしくはレーザ温度計を用いて実施することを特徴とするハニカム成形体の製造方法。

【請求項 6】 厚さ 0. 1 2 5 m m 以下のセル壁をハニカム状に配して多数のセルを設けたセラミック製のハニカム成形体を製造するに当たり、押出成形された粘土質のハニカム成形体を乾燥する乾燥装置であって、

上記ハニカム成形体を収納する乾燥槽と、該乾燥槽内を湿度が 7 0 % 以上の高湿度雰囲気とする加湿装置と、周波数 1 0 0 0 ~ 1 0 0 0 0 M H z 領域のマイクロ波を上記乾燥槽内に供給するマイクロ波発生装置とを有することを特徴とするハニカム成形体の乾燥装置。

【請求項 7】 請求項 6 において、上記加湿装置は、高温の蒸気を発生する高温蒸気発生源を有していることを特徴とするハニカム成形体の乾燥装置。

【請求項 8】 請求項 6 又は 7 において、上記乾燥装置は、乾燥中の上記ハ

ハニカム成形体の温度を計測する温度計測手段と、計測した温度に応じて上記マイクロ波を照射する条件を変更する制御手段を有することを特徴とするハニカム成形体の乾燥装置。

【請求項 9】 請求項 8 において、上記乾燥装置は、一部に透明隔壁を有してなる乾燥槽と、上記乾燥槽の外部に設置されて上記透明隔壁を介してハニカム成形体の温度を計測する非接触式の上記温度計測手段を有することを特徴とするハニカム成形体の乾燥装置。

【請求項 10】 請求項 9 において、上記温度計測手段は、赤外線温度計又はレーザ温度計であることを特徴とするハニカム成形体の乾燥装置。

【請求項 11】 請求項 10 又は 11 において、上記乾燥槽の一部をなす透明隔壁は、ガラス又は硬質プラスチックからなることを特徴とするハニカム成形体の乾燥装置。

【請求項 12】 請求項 9 ～ 10 のいずれか 1 項において、上記乾燥装置は、上記乾燥槽の一部をなす透明隔壁の一面であって乾燥槽側の面に水滴が付着するのを防止する水滴付着防止手段を有することを特徴とするハニカム成形体の乾燥装置。

【請求項 13】 請求項 12 において、上記乾燥装置は、上記水滴付着防止手段として、上記透明隔壁の一面であって乾燥槽側の面にエアーを吹き付ける送風装置を有することを特徴とするハニカム成形体の乾燥装置。

【請求項 14】 請求項 13 において、上記送風装置は、 $0.5 \text{ m}^3 / \text{min}$  以上の送風能力を有するよう構成されていることを特徴とするハニカム成形体の乾燥装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】

本発明は、ハニカム成形体の製造方法、特にその乾燥工程および乾燥装置に関する。

【0002】

【従来技術】

セラミック製のハニカム成形体を製造するに当たっては、粘土質のハニカム成形体を押出成形し、これを乾燥した後、焼成する。ハニカム成形体の乾燥方法としては、例えば特開昭63-166745号公報に示されているように、ハニカム成形体の上方及び下方に配置した電極間に電流を流して発生させた高周波を用いる方法が知られている。この方法は、ハニカム成形体の内外を均一に加熱し、乾燥速度差により生じる収縮量差が原因となる外周スキン部の割れ、しわ等の欠陥の発生を防止しようとするものである。

## 【0003】

## 【解決しようとする課題】

上記乾燥方法は、従来自動車の排ガス浄化装置の触媒担体として一般的に用いられてきたセル壁厚さ0.30～0.15mm、外周スキン部の厚さ0.3～1.0mmのハニカム成形体に対しては有効である。しかしながら、近年の排気ガス浄化性能向上等のニーズにより開発されてきたセル壁厚さが0.125mm以下で、外周スキン部の厚さが0.5mm以下の薄壁品においては、セル壁自身の強度および外周スキン部自身の強度が従来よりも低い。そのため、この薄壁品においては、従来の高周波を用いた方法では、外周スキン部の欠陥発生に対する十分な対策が困難となってきた。

## 【0004】

本発明はかかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、セル壁厚さが0.125mm以下のハニカム成形体を、外周スキン部に割れ、しわ等の欠陥を生じさせることなく乾燥することができるハニカム成形体の製造方法及び乾燥装置を提供しようとするものである。

## 【0005】

## 【課題の解決手段】

請求項1の発明は、厚さ0.125mm以下のセル壁をハニカム状に配して多数のセルを設けたセラミック製のハニカム成形体を製造する方法において、

押出成形された粘土質のハニカム成形体を乾燥するに当たり、該ハニカム成形体を湿度が70%以上の高湿度雰囲気にし、周波数1000～10000MHz領域のマイクロ波を照射することを特徴とするハニカム成形体の製造方

法にある。

【0006】

本発明の製造方法においては、上記のごとく、湿度が70%以上という高湿度雰囲気において上記ハニカム成形体を加熱する。これにより、ハニカム成形体の外周表面が変形するような急激な乾燥を防止して外周表面を適度な湿度に保つことができる。これにより、外周表面と内部との乾燥速度差を低減することができる。そのため、セル壁厚さが0.125mm以下と薄く、外周スキン部の厚みも比較的薄い場合においても、ハニカム成形体の内外の乾燥速度差による収縮量差を小さくすることができる。それ故、外周スキン部の割れ、しわ等の欠陥を防止することができる。上記高湿度雰囲気の湿度としては高いほどより好ましく、80%以上、あるいは過飽和状態でもよい。

【0007】

また、本発明においては、上記加熱の手段として、上記マイクロ波を用いる。これにより、上記高湿度雰囲気での加熱を実現することができる。すなわち、従来の高周波による加熱の場合、ハニカム成形体の近傍に電極を配置する必要がある。この電極を高湿度雰囲気内に配置すれば、電極間で放電や絶縁破壊を起こし、電極破損による設備故障が生じるおそれがある。

【0008】

これに対し、上記マイクロ波は、導波管を通じて導くことが可能であり、被加熱物の近傍に電極を設ける必要がない。そのため、マイクロ波は、上記高湿度雰囲気においても容易にハニカム成形体に到達し、これを加熱することができる。

このように、本発明では、マイクロ波加熱と高湿度雰囲気との組合せによって、セル壁厚さが0.125mmと非常に薄く、外周スキン部も比較的薄い場合においても、乾燥時の外周スキン部の割れやしわの発生を十分に防止することができる。そして、この乾燥時の品質向上によって、その後の焼成工程を経て得られる焼成品としてのハニカム成形体を優れた品質とすることができる。

【0009】

また、請求項2の発明のように、上記高湿度雰囲気での温度は80℃以上とすることが好ましい。上記高湿度雰囲気の温度は上記作用効果を得るために制限さ



れるものではなく、任意の温度を採用することができる。しかし、上記 80℃ 以上とすることにより、マイクロ波により加熱されるハニカム成形体から雰囲気への熱放出を低減させることができ、マイクロ波加熱の効率を高めることができる。

#### 【0010】

また、請求項 3 の発明のように、上記高湿度雰囲気は、高温蒸気を供給することにより形成することが好ましい。上記高湿度雰囲気の形成のための湿度向上方法としては、蒸気を積極的に導入する方法をとることができる。そして、この場合の蒸気としては、例えばボイラー等により発生させた高温のものや、例えば超音波や遠心力を利用した低温のもののいずれをも利用できる。中でも、高温蒸気を利用する場合には、高湿度雰囲気の温度も容易に上昇させることができ、より好ましい。

また、上記特定の多孔質のセラミックスよりなる搬送トレイを用いる場合には、搬送トレイの気孔を介して蒸気を供給することも可能である。

#### 【0011】

また、請求項 4 の発明のように、上記乾燥は、上記ハニカム成形体の温度を計測し、計測した温度に応じて上記マイクロ波の照射する条件を変更して行うことが好ましい。この場合には、上記ハニカム成形体が過度に加熱されるのを防止することができる。マイクロ波乾燥において懸念される、過乾燥に起因した過剰加熱を未然に防止することができる。

#### 【0012】

また、上記乾燥中に上記ハニカム成形体の温度を管理することで、常に適切にマイクロ波を照射することができる。したがって、セル壁厚さが 0.125 mm と非常に薄く、外周スキン部も比較的薄い場合においても、乾燥時の外周スキン部の割れやしわの発生を、さらに十分に防止することができる。

#### 【0013】

また、請求項 5 の発明のように、上記ハニカム成形体の温度計測は、赤外線放射温度計もしくはレーザ温度計を用いて実施することが好ましい。赤外線放射温度計もしくはレーザ温度計によれば、非接触で上記ハニカム成形体の温度を計測

することができる。また、赤外線あるいはレーザーは、上記マイクロ波の影響を受けない。そのため、上記高湿度雰囲気に晒されてマイクロ波を照射される上記ハニカム成形体であっても、実時間の温度を精度良く計測することができる。

## 【 0 0 1 4 】

次に、請求項 6 の発明は、厚さ 0. 1 2 5 m m 以下のセル壁をハニカム状に配して多数のセルを設けたセラミック製のハニカム成形体を製造するに当たり、押出成形された粘土質のハニカム成形体を乾燥する乾燥装置であって、上記ハニカム成形体を収納する乾燥槽と、該乾燥槽内を湿度が 7 0 % 以上の高湿度雰囲気とする加湿装置と、周波数 1 0 0 0 ~ 1 0 0 0 0 M H z 領域のマイクロ波を上記乾燥槽内に供給するマイクロ波発生装置とを有することを特徴とするハニカム成形体の乾燥装置である。

## 【 0 0 1 5 】

本発明の乾燥装置を用いれば、上記製造方法における乾燥を容易に実現することができ、品質に優れたハニカム成形体を製造することができる。すなわち、上記乾燥槽内に乾燥すべきハニカム成形体を配置し、上記加湿装置によって乾燥槽内の湿度を 7 0 % 以上に高めることにより高湿度雰囲気を形成する。そして、上記マイクロ波発生装置からマイクロ波を導入することにより、上記高湿度雰囲気内で、ハニカム成形体をマイクロ波加熱することができる。これにより、外周スキン部に割れやしわを発生させずにハニカム成形体を乾燥させることができる。

なお、上記乾燥装置は、ハニカム成形体を乾燥槽に対して順次連続的に搬入・搬出する連続装置としてもよいし、バッチ型の装置としてもよい。

## 【 0 0 1 6 】

また、請求項 7 の発明のように、上記加湿装置は、高温の蒸気を発生する高温蒸気発生源を有していることが好ましい。この高温蒸気発生源としては、例えばボイラー等がある。この場合には、上記高湿度雰囲気の湿度上昇と温度上昇を容易に行うことができる。

## 【 0 0 1 7 】

また、請求項 8 の発明のように、上記乾燥装置は、乾燥中の上記ハニカム成形体の温度を計測する温度計測手段と、計測した温度に応じて上記マイクロ波を照

射する条件を変更する制御手段を有することが好ましい。上記ハニカム成形体の過乾燥による過剰加熱を防止し、セル壁厚さが0.125mmと非常に薄く、外周スキン部も比較的薄い場合においても、乾燥時の外周スキン部の割れやしわの発生を回避することができる。

## 【0018】

また、請求項9の発明のように、上記乾燥装置は、一部に透明隔壁を有してなる乾燥槽と、上記乾燥槽の外部に設置されて上記透明隔壁を介してハニカム成形体の温度を計測する非接触式の上記温度計測手段を有することが好ましい。上記非接触式の上記温度計測手段を上記乾燥槽の外部に設置することにより、小規模かつ簡便な設備構成によって、上記ハニカム成形体の温度を安定して計測することができる。

## 【0019】

また、請求項10の発明のように、上記温度計測手段は、赤外線温度計又はレーザー温度計であることが好ましい。赤外線放射温度計もしくはレーザー温度計によれば、比較的小規模な装置構成によって、マイクロ波中の上記ハニカム成形体の温度を高い精度で計測することができる。

## 【0020】

また、請求項11の発明のように、上記乾燥槽の一部をなす透明隔壁は、ガラス又は硬質プラスチックからなることが好ましい。上記透明隔壁は、上記非接触式の温度計による温度計測を阻害しないこと、マイクロ波によって加熱されないこと、上記保管槽の高湿度雰囲気によって化学変化等を生じず変質しないことが必要ある。上記要件を満たす限り、上記透明隔壁の材質は何でも良く、何ら制限されるものではない。しかるに、ガラス又は硬質プラスチックによれば、入手が容易であるとともに、長年にわたって所望の性能を発揮しうる。

## 【0021】

また、請求項12の発明のように、上記乾燥装置は、上記乾燥槽の一部をなす透明隔壁の一面であって乾燥槽側の面に水滴が付着するのを防止する水滴付着防止手段を有することが好ましい。上記非接触式の温度計測手段を用いて、上記ハニカム成形体の温度を計測する際、上記透明隔壁の面に付着した水滴による誤差

の発生を抑制することができる。

【0022】

また、請求項13の発明のように、上記乾燥装置は、上記水滴付着防止手段として、上記透明隔壁の一面であって乾燥槽側の面にエアーを吹き付ける送風装置を有することが好ましい。エアーを吹き付ける方法によれば、比較的小規模かつ簡便な装置によって、上記透明隔壁の面に水滴が付着するのを防止することができる。

【0023】

また、請求項14の発明のように、上記送風装置は、 $0.5\text{ m}^3/\text{min}$ 以上の送風能力を有するよう構成されていることが好ましい。上記送風装置の送風能力が $0.5\text{ m}^3/\text{min}$ 未満である場合には、上記透明隔壁の面に水分が付着するのを十分に防止できないおそれがある。

【0024】

【発明の実施の形態】

実施形態例1

本発明の実施形態例にかかるハニカム成形体の製造方法及び乾燥装置につき、図1、図2を用いて説明する。

本例は、図2に示すごとく、厚さ $t_1$ が $0.125\text{ mm}$ 以下のセル壁11をハニカム状に配して多数のセル10を設けたセラミック製のハニカム成形体1を製造する方法である。本例のハニカム成形体1は、同図に示すごとく、四角形のセル10を有し、厚さ $t_2$ が $0.5\text{ mm}$ 以下の円筒状の外周スキン部12を有する形状を呈している。なお、上記セル形状、全体形状は用途に合わせて変更可能である。

【0025】

本例の方法では、押出成形された粘土質のハニカム成形体1を乾燥するに当たり、ハニカム成形体1を湿度が70%以上の高湿度雰囲気日晒すと共に、周波数 $1000\sim10000\text{ MHz}$ 領域のマイクロ波を照射する。

以下、これを詳説する。

【0026】

本例のハニカム成形体 1 を製造するに当たっては、まず、主にコーディエライトとなるセラミック原料粉 1 0 0 重量部に対して、有機バインダー 5 重量部と、水 1 5 重量部とを添加して混練し、粘土状のセラミック原料を作製した。

次に、このセラミック原料を押出成形機（図示略）を用いてハニカム成形型より押し出すと共に順次所定長さに切断し、粘土状のハニカム成形体 1 を成形した。上記押出成形機としては、プランジャー式、オーガ式等がある。

また、本例ではハニカム成形型のセル壁部のスリット幅を 0 . 1 1 5 mm、外周スキン部のスリット幅を 0 . 3 mm とした。

#### 【 0 0 2 7 】

次に、上記押出成形により得られた薄壁のハニカム成形体 1 を図 1 に示す乾燥装置 3 を用いて乾燥した。

乾燥装置 3 は、同図に示すごとく、上記ハニカム成形体 1 を収納する乾燥槽 3 0 と、該乾燥槽 3 0 内を湿度が 7 0 % 以上の高湿度雰囲気とする加湿装置 3 2 と、周波数 1 0 0 0 ~ 1 0 0 0 0 MHz 領域のマイクロ波を上記乾燥槽 3 0 内に供給するマイクロ波発生装置 3 4 とを有する。

#### 【 0 0 2 8 】

上記乾燥槽 3 0 は、後述する搬送装置 4 により運搬されるハニカム成形体 1 複数個分を収納できる大きさを有している。

そして、一方の側壁 3 0 3 の前後上下の 4 角部分に、4 つのマイクロ波発生装置 3 4 からそれぞれ延設された導波管 3 4 0 が接続されて開口している。この開口部がマイクロ波導入口 3 4 1 である。

#### 【 0 0 2 9 】

また、側壁 3 0 3 の前後 2 カ所には、加湿装置 3 2 としてのボイラーから延設され分岐した 2 本の蒸気配管 3 2 0 が接続され開口している。この開口部が蒸気導入口 3 2 1 である。この蒸気導入口 3 2 1 から導入される蒸気は、上記のごとくボイラーより送られる高温蒸気であり、その温度は 8 0 °C 以上である。

#### 【 0 0 3 0 】

また本例の乾燥装置 3 は、上記乾燥装置は、上記ハニカム成形体を搬送する搬送装置 4 を有しており、複数のハニカム成形体 1 を連続的に乾燥槽 3 0 に搬入・

搬出できるよう構成された連続装置となっている。

具体的には、乾燥槽 3 0 内には、その入口部 3 0 1 と出口部 3 0 2 とを結ぶようにベルトコンベア 4 1 が配設されている。また、乾燥槽 3 0 の出口側外部には、ローラコンベア 4 2 が配設されている。

#### 【 0 0 3 1 】

そして、これらベルトコンベア 4 1 及びローラコンベア 4 2 よりなる搬送装置 4 は、ハニカム成形体 1 を載置した搬送トレイ 5 を搬送するよう構成されている。本例では、搬送トレイ 5 として、誘電損失が 0. 1 以下、気孔率が 1 0 % 以上、断面開口面積比が 5 0 % 以上の多孔質のセラミックス、本例ではコーディエライト製のものを使用した。なお、この材質は、尿素樹脂、その他のものに変更することもできる。また、搬送トレイ 5 上においては、ハニカム成形体 1 のセル 1 0 の開口端面の一方 ( 1 0 1 ) を上記搬送トレイ 5 の上面 5 1 に当接させて載置した。これにより、各ハニカム成形体 1 は、そのセル 1 0 が鉛直方向に向くと共に、搬送トレイ 5 の気孔と連通状態となる。

#### 【 0 0 3 2 】

また、上記乾燥槽 3 0 の外部で上記ローラコンベア 4 2 の下方には、熱風発生装置 3 6 を配設した。この熱風発生装置 3 6 は、上記ローラコンベア 4 2 上を移動してくる搬送トレイ 5 の下方から上方に向けて 1 2 0 ℃ の熱風を吹き上げるよう構成されている。この温度は上記ハニカム成形体 1 が含有するバインダが燃焼しない温度である。

#### 【 0 0 3 3 】

このような構成の乾燥装置 3 を用いて、上記のごとく押出成形されたハニカム成形体 1 を乾燥するに当たっては、まず、図 1 に示すごとく、所定長さに切断された各ハニカム成形体 1 を搬送トレイ 5 上に載置して順次ベルトコンベア 4 1 上に載せる。これにより、各ハニカム成形体 1 は、順次乾燥槽 3 0 内に搬入されていく。

#### 【 0 0 3 4 】

乾燥槽 3 0 内に送入された各ハニカム成形体 1 は、ベルトコンベア 4 1 の動きに伴って、入口部 3 0 1 側から出口部 3 0 2 側に移動しながら乾燥されていく。

ここで、乾燥槽 3 0 内は、上記加湿装置 3 2 から導入される高温蒸気によって湿度が 7 0 % 以上（本例では 8 0 % 以上）、温度が 8 0 ℃ 以上の高湿度雰囲気となっていると共に、上記マイクロ波発生装置 3 4 から発せられるマイクロ波が導入されている。そのため、乾燥槽 3 0 内のハニカム成形体 1 は、外周スキン部 1 2 の割れやしわの発生を防止しつつ急速に乾燥される。

## 【 0 0 3 5 】

すなわち、上記乾燥槽 3 0 が上記のごとく高温の高湿度雰囲気となっているので、ハニカム成形体 1 が加熱される際に、外周表面が変形するような急激な乾燥が防止され、適度な湿度に保たれる。そのため、外周表面と内部との乾燥速度差を低減することができる。そのため、セル壁厚さが 0 . 1 2 5 m m 以下と薄い本例のハニカム成形体 1 であっても、その内外の乾燥速度差による収縮量差を小さくすることができる。それ故、外周スキン部 1 2 の割れ、しわ等の欠陥を防止することができる。

## 【 0 0 3 6 】

また、本例においては、上記加熱の手段として、上記マイクロ波を用いる。マイクロ波は、上記乾燥槽 3 0 内が上記のような高湿度雰囲気となっても、導波管 7 0 を介して容易に導入できる。そのため、複雑な設備構成をとることなく、ハニカム成形体 1 を容易に誘電加熱することができる。

このように、本例では、マイクロ波加熱と高湿度雰囲気との組合せによって、セル壁厚さが 0 . 1 2 5 m m 以下、外周スキン部の厚さが 0 . 3 m m 以下の薄肉品である場合においても、乾燥時の外周スキン部 1 2 の割れやしわの発生を十分に防止することができる。

## 【 0 0 3 7 】

更に、本例では、上記乾燥槽 3 0 内での高湿度雰囲気でのマイクロ波による乾燥後、ハニカム成形体 1 に対して、上記熱風発生装置 3 6 から発する熱風をセル 1 0 を通過するように当てる。すなわち、本例では、ハニカム成形体 1 の乾燥を高湿度雰囲気でのマイクロ波加熱と熱風による加熱との組合せにより行う。具体的には、乾燥前のハニカム成形体中の水分の 1 0 ～ 2 0 % がまだ残存する程度までの乾燥を上記高湿度雰囲気でのマイクロ波加熱により行い、その後、水分含有

量が 5 % 以下となるように熱風により完全乾燥を行う。

## 【 0 0 3 8 】

これにより、上記高温湿度雰囲気でのマイクロ波加熱の制御を容易にすることができ、マイクロ波加熱の過剰加熱によってハニカム成形体のバインダー成分が焼失するなどの不具合を防止することができる。そして、過剰加熱のおそれのない温度の熱風によって精度のよい完全乾燥を実現することができる。

## 【 0 0 3 9 】

また、本例の乾燥装置 3 は、上記のごとく搬送装置 4 を有し、連続操業可能な構成を有している。そのため、非常に効率よく乾燥工程を行うことができる。

また、本例の搬送トレイ 5 は、上記のごとく誘電損失が 0. 1 以下、気孔率が 1 0 % 以上、断面開口面積比が 5 0 % 以上の多孔質のコーディエライトという特定のセラミックスを用いている。そのため、上記マイクロ波による乾燥時には、水分の滞留防止、および搬送トレイ 5 の高温化防止を図ることができる。更に、熱風加熱時には、上記気孔を通した熱風の供給によって、セル 1 0 内への熱風の通過を容易に行うことができる。

## 【 0 0 4 0 】

## 実施形態例 2

本例では、実施形態例 1 における乾燥装置 3 を用い、その乾燥槽 3 0 に導入する高温蒸気量の変化により湿度を変化させ、湿度と外周スキン部の品質との相関を見る実験を行った。湿度以外の条件は実施形態例 1 と同様とした。

## 【 0 0 4 1 】

実験結果を図 3 に示す。同図は、横軸を乾燥槽 3 0 の槽内湿度、縦軸を外周スキン部の割れ・しわ不良率をとった。各実験は、それぞれ 2 0 個のハニカム成形体を処理し、少しでも割れ・しわのあったものを不良品としてその個数の割合を算出して不良率とした。

同図より知られるごとく、湿度を 5 0 % より高めることにより割れ・しわ防止効果が現れ、7 0 % 以上ではほぼ確実に割れ・しわの防止ができることがわかった。

## 【 0 0 4 2 】



## 実施形態例 3

本例では、実施形態例 1 における搬送トレイ 5 の気孔率を変化させると共に、上記と同様に乾燥槽 3 0 内の湿度を変化させ、乾燥時の水分の滞留による不具合の有無をみる実験を行った。搬送トレイ 5 の気孔率および乾燥槽 3 0 内の湿度以外の条件は実施形態例 1 と同様とした。

## 【 0 0 4 3 】

実験結果を図 4 に示す。同図は、横軸に搬送トレイの気孔率を、縦軸に乾燥槽 3 0 の湿度をとったものである。各条件での処理は一回ずつ行い、少しでもセル壁あるいは外壁スキン部の溶出があった場合を X とし、なかったものを O として図にプロットした。

同図より知られるごとく、湿度が高いほど溶出しやすくなるが、少なくとも湿度が 7 0 % の場合には、搬送トレイの気孔率を 1 0 % 以上とすることにより溶出を防止することができることがわかる。そして、湿度 1 0 0 % であっても、少なくとも搬送トレイの気孔率を 2 5 % 以上とすることにより溶出防止を図ることができることもわかる。

## 【 0 0 4 4 】

## 実施形態例 4

本例は、バッチ式の乾燥装置 6 を用いる例である。

本例の乾燥装置 6 は、図 5 に示すごとく、ハニカム成形体 1 を収納する乾燥槽 6 0 と、該乾燥槽 6 0 内を湿度が 7 0 % 以上の高湿度雰囲気とする加湿装置 6 2 と、周波数 1 0 0 0 ~ 1 0 0 0 0 M H z 領域のマイクロ波を上記乾燥槽 6 0 内に供給するマイクロ波発生装置 6 4 とを有する。

## 【 0 0 4 5 】

上記乾燥槽 6 0 内には、搬送トレイ 5 に載置されたハニカム成形体 1 を複数個支持できる受け台 6 8 を設けてある。この受け台 6 8 は上下方向に貫通する貫通穴を複数有し通気性を有している。

また、乾燥槽 6 0 の一方の側壁 6 0 3 の左右上下の 4 角部分に、4 つのマイクロ波発生装置 6 4 からそれぞれ延設された導波管 6 4 0 が接続されて開口している。この開口部がマイクロ波導入口 6 4 1 である。また、乾燥槽 6 0 には図示し

ない入口部を有し、上記ハニカム成形体 1 を出し入れできるようになっている。

【 0 0 4 6 】

また、側壁 6 0 3 の左右 2 カ所には、加湿装置 6 2 としてのボイラーから延設され分岐した 2 本の蒸気配管 6 2 0 が接続され開口している。この開口部が蒸気導入口 6 2 1 である。この蒸気導入口 6 2 1 から導入される蒸気は、上記のごとくボイラーより送られる高温蒸気であり、その温度は 8 0 ℃ 以上である。

【 0 0 4 7 】

そして、本例では、熱風発生装置 6 6 を乾燥槽 6 0 内に配置した。この熱風発生装置 6 6 は、上記受け台 6 8 の下方から上方に向けて 1 2 0 ℃ の熱風を吹き上げるよう構成されている。この熱風は、上記受け台 6 8 および搬送トレイ 5 を貫通してハニカム成形体 1 のセル 1 0 を通過するように流れる。上記搬送トレイ 5 としては実施形態例 1 と同様のものを用いる。

【 0 0 4 8 】

上記乾燥装置 6 を用いて成形体 1 を乾燥するに当たっては、まず、図 5 に示すごとく、所定長さに切断された複数のハニカム成形体 1 をそれぞれ搬送トレイ 5 上に載置し、さらにこれらを上記受け台 6 8 上に配置する。そして、この状態で、乾燥槽 6 0 内に加湿装置 6 2 から高温蒸気を導入して湿度 7 0 % 以上の高湿度雰囲気を形成すると共に、マイクロ波発生装置 6 4 からマイクロ波を導入してマイクロ波加熱を行う。

【 0 0 4 9 】

本例では、ハニカム成形体 1 の水分が 1 0 ～ 2 0 % 残存する程度まで上記高湿度雰囲気でのマイクロ波加熱を行う。その後、高温蒸気の導入を停止すると共にマイクロ波の導入を停止する。そして、乾燥槽 6 0 内を換気した後、熱風発生装置 6 6 から熱風を吹き上げる。これにより、受け台 6 8 および搬送トレイ 5 を通過した熱風が各ハニカム成形体 1 のセル 1 0 を通過する。これにより、ハニカム成形体 1 の水分含有量が 5 % 以下となる完全乾燥を行う。

【 0 0 5 0 】

その後、乾燥槽 6 0 からすべてのハニカム成形体 1 を搬出し、その後、再び乾燥すべきハニカム成形体 1 を乾燥槽 6 0 内に配置することにより、上記一連の乾

燥作業を繰り返し行うことができる。

このように、本例では、バッチ式の乾燥装置 6 を用いても、実施形態例 1 の連続式の乾燥装置 3 の場合と同様の優れた乾燥方法を実施することができる。

その他は実施形態例 1 と同様の作用効果が得られる。

#### 【 0 0 5 1 】

#### 実施形態例 5

本例では、上記乾燥工程において、上記乾燥槽内の上記ハニカム成形体の温度を管理しながら、上記乾燥工程を実施した例である。

図 6 に示すごとく、乾燥装置 3 を用いて上記乾燥装置を実施した。上記乾燥装置 3 には、実施形態例 1 の乾燥装置 3 を基にして、乾燥槽 3 0 内のハニカム成形体 1 の温度を計測する温度計測手段と、上記計測された温度に応じて上記マイクロ波出力を変更しうる構成が追加されている。

#### 【 0 0 5 2 】

本例では、上記温度計測手段は、赤外線放射温度計 3 5 1 によって構成した。具体的には、上記乾燥槽 3 0 の側壁 3 0 4 の一部に透明隔壁 3 5 0 を設けると共に、該透明隔壁 3 5 0 を介して上記乾燥槽 3 0 内のハニカム成形体 1 を見込める位置に上記赤外線放射温度計 3 5 1 を設置した。

#### 【 0 0 5 3 】

また、上記透明隔壁 3 5 0 の内側の面への水滴の付着を防止するために、エア配管 3 5 2 によって導入した空気を常時吹き付けるように構成されている。

さらに、上記赤外線放射温度計 3 5 1 と、上記マイクロ波発生装置 3 4 とは、図示しない信号線によって連結した。

なお、本例では、上記透明隔壁 3 5 0 の材質をガラスとしたが、その他、硬質プラスチックを適用することもできる。

また、上記温度計測手段としては、本例の赤外線放射温度計 3 5 1 のほか、レーザ温度計を適用することもできる。

#### 【 0 0 5 4 】

上記のごとく、構成された上記乾燥装置 3 を用いて、上記ハニカム成形体 1 の乾燥を実施した。

本例では、上記乾燥槽 3 0 内の上記ハニカム成形体 1 が放射する赤外線波長を、上記透明隔壁 3 5 0 を介して上記赤外線放射温度計 3 5 1 で計測することによって、上記ハニカム成形体 1 の温度を測定した。

## 【 0 0 5 5 】

このとき、上記温度計測に当たっては、上記透明隔壁の内側の面に、 $0.5\text{ m}^3/\text{min}$  の空気を常時、吹き付けながら温度を計測した。そのため、上記乾燥槽 3 0 内に高温高湿度雰囲気形成されている場合であっても、上記透明隔壁の内側の面への水滴の付着が防止され、上記温度計測を精度良く行うことができる。

## 【 0 0 5 6 】

そして、上記測定された温度に応じて、上記マイクロ波発生装置 3 4 を ON-OFF 制御した。具体的には、上記ハニカム成形体 1 の温度が  $110^{\circ}\text{C}$  以上であるときには、上記マイクロ波発生装置 3 4 での上記マイクロ波の供給を停止し、 $80^{\circ}\text{C}$  以下であるときには、上記マイクロ波発生装置 3 4 から上記マイクロ波の供給を再起動した。

その他の構成及び作用効果については、実施形態例 1 と同様である。

## 【 0 0 5 7 】

本例の上記乾燥装置 3 によれば、上記ハニカム成形体 1 の温度を  $100^{\circ}\text{C}$  付近に維持しながら、マイクロ波乾燥を行うことができる。したがって、マイクロ波乾燥時の過剰加熱を防止することができる。それ故、本例によれば、上記乾燥工程において、上記ハニカム成形体 1 の良好な品質を維持しながら、上記ハニカム成形体 1 を乾燥することができる。

なお、上記実施例では、マイクロ波発生装置 3 4 を ON-OFF 制御しているが、本発明は、この制御に限定されるものではない。例えば、ON-OFF 制御の時よりも高い温度である  $130^{\circ}\text{C}$  にハニカム成形体 1 の温度が達したとき、マイクロ波の供給を停止するのみの制御でも良い。このような制御により、上記ハニカム成形体 1 の過剰な乾燥を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施形態例 1 における、乾燥装置の構成を示す説明図。

【図 2】

実施形態例 1 における、(a) ハニカム成形体の斜視図、(b) セル壁厚さを示す説明図。

【図 3】

実施形態例 2 における、槽内湿度と割れ・しわ不良率との関係を示す説明図。

【図 4】

実施形態例 3 における、搬送トレイ及び槽内湿度とハニカム成形体の溶出との関係を示す説明図。

【図 5】

実施形態例 4 における、乾燥装置の構成を示す説明図。

【図 6】

実施形態例 5 の乾燥装置における、温度計測方法を説明するイメージ図。

【符号の説明】

- 1 . . . ハニカム成形体,
- 1 0 . . . セル,
- 1 1 . . . セル壁,
- 1 2 . . . 外周スキン部,
- 3, 6 . . . 乾燥装置,
- 3 0, 6 0 . . . 乾燥槽,
- 3 2, 6 2 . . . 加湿装置,
- 3 2 0, 6 2 0 . . . 蒸気配管,
- 3 2 1, 6 2 1 . . . 蒸気導入口,
- 3 4, 6 4 . . . マイクロ波発生装置,
- 3 4 0, 6 4 0 . . . 導波管,
- 3 4 1, 6 4 1 . . . マイクロ波導入口,
- 3 6, 6 6 . . . 熱風発生装置,
- 4 . . . 搬送装置,
- 4 1 . . . ベルトコンベア,

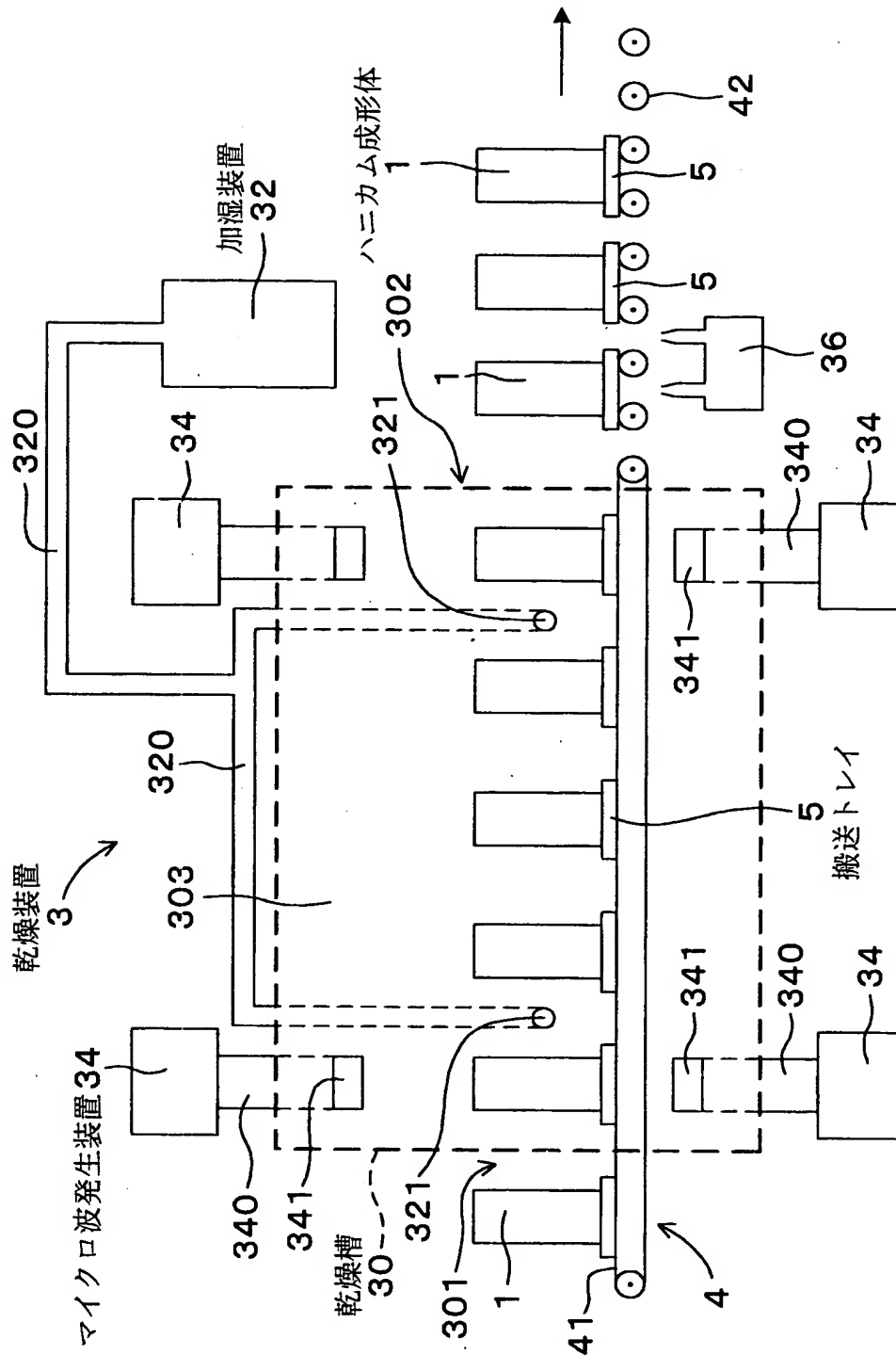
4 2 . . . ローラコンベア,

5 . . . 搬送トレイ,

【書類名】 図面

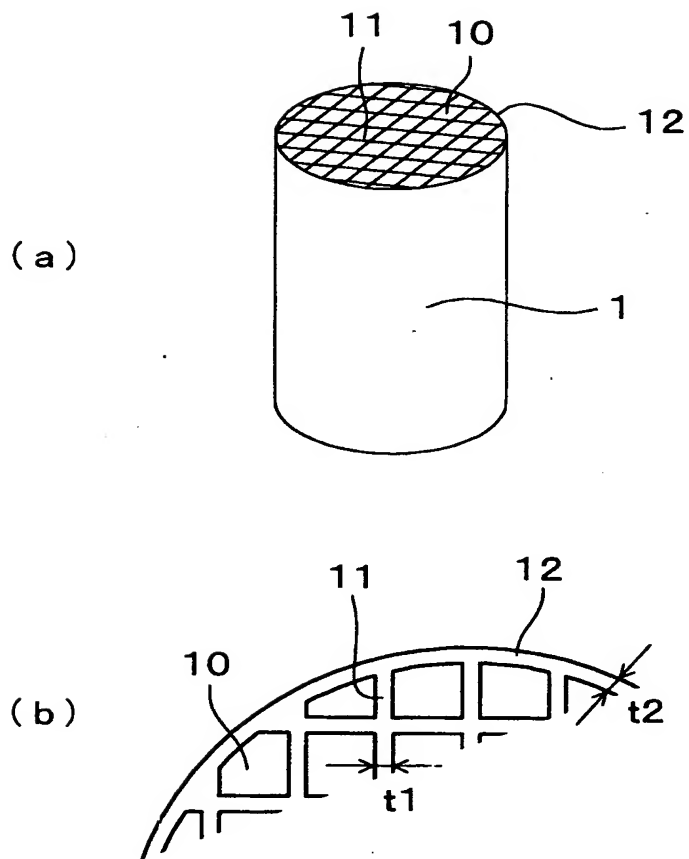
【図 1】

(図 1)



【図 2】

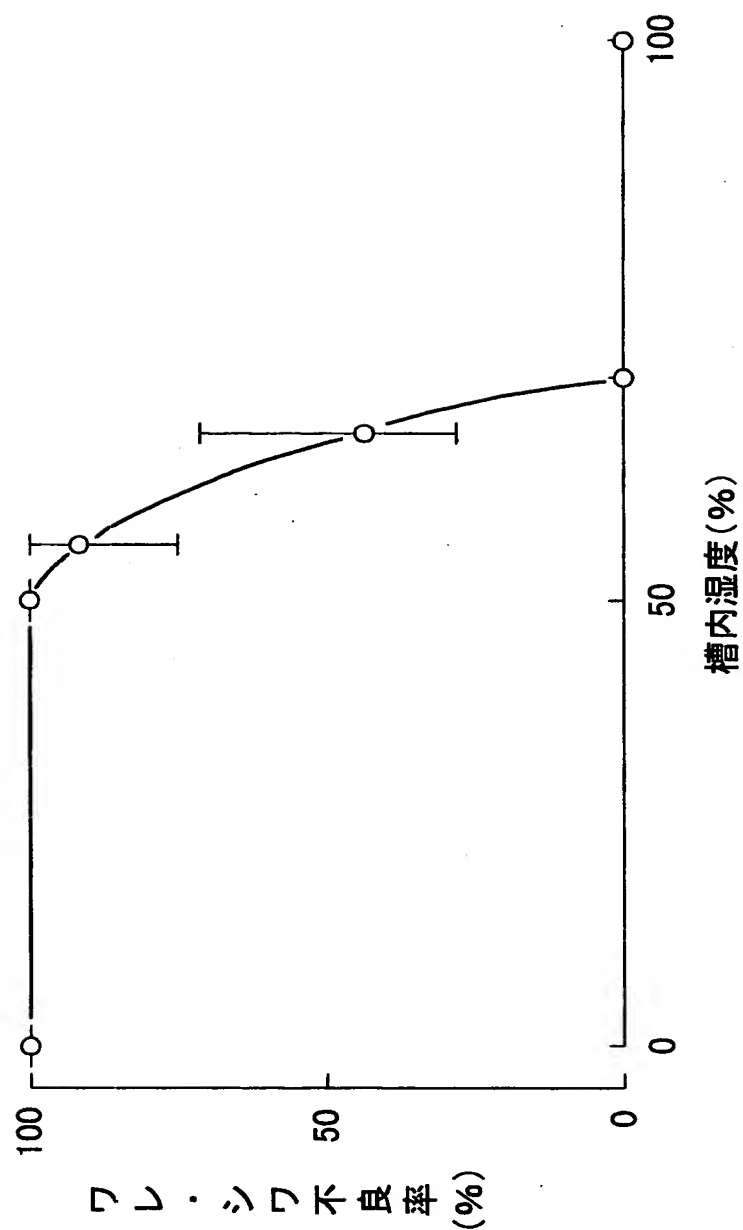
(図 2)





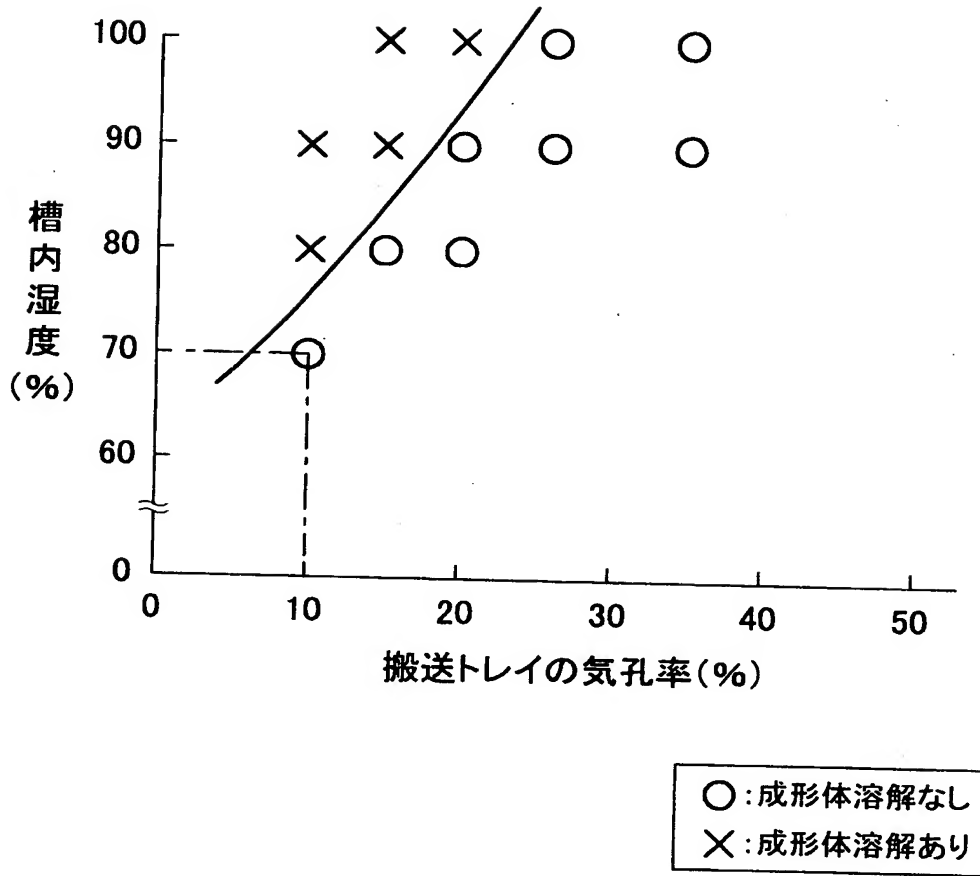
【図 3】

(図 3)



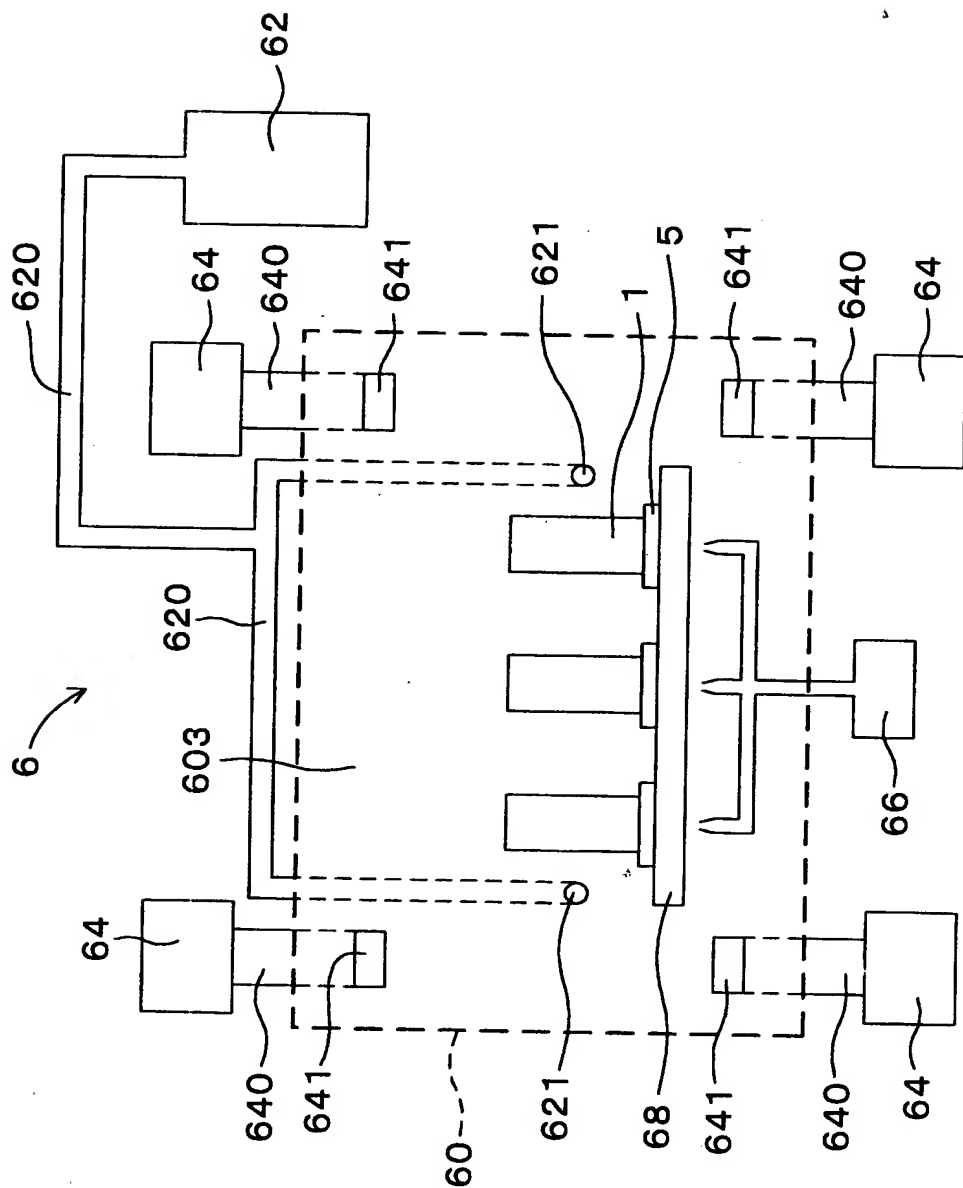
【図4】

(図4)



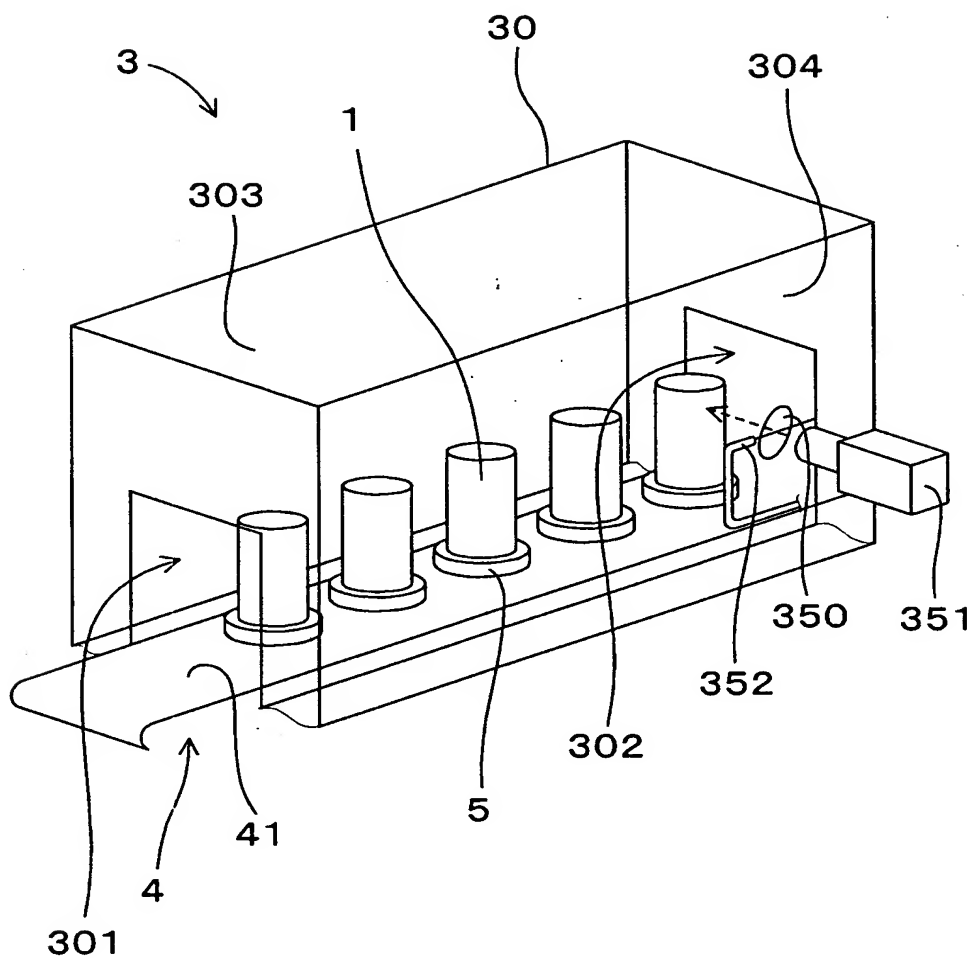
【図 5】

(図 5)



【図6】

(図6)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 セル壁厚さが 0. 1 2 5 m m 以下のハニカム成形体を、外周スキン部に割れ、しわ等の欠陥を生じさせることなく乾燥することができるハニカム成形体の製造方法及び乾燥装置を提供すること。

【解決手段】 厚さ 0. 1 2 5 m m 以下のセル壁 1 1 をハニカム状に配して多数のセル 1 0 を設けたセラミック製のハニカム成形体 1 を製造する方法において、押出成形された粘土質のハニカム成形体 1 を乾燥するに当たり、ハニカム成形体 1 を湿度が 7 0 % 以上の高湿度雰囲気にし、周波数 1 0 0 0 ～ 1 0 0 0 0 M H z 領域のマイクロ波を照射する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日 1996年10月 8日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
氏 名 株式会社デンソー